

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-221442

(P2004-221442A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H01L 43/08

G11B 5/39

H01F 10/32

H01L 43/12

F1

H01L 43/08

G11B 5/39

H01F 10/32

H01L 43/12

ZNMZ

テーマコード(参考)

5D034

5E049

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願2003-9119(P2003-9119)

(22) 出願日

平成15年1月17日(2003.1.17)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(74) 代理人 100105337

弁理士 眞鍋 潔

(74) 代理人 100072833

弁理士 柏谷 昭司

(74) 代理人 100075890

弁理士 渡邊 弘一

(74) 代理人 100110238

弁理士 伊藤 壽郎

(72) 発明者

菅原 貴彦

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気センサ、磁気ヘッド、及び、磁気記録装置

(57) 【要約】

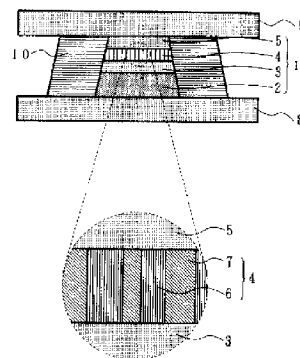
【課題】 磁気センサ、磁気ヘッド、及び、磁気記録装置に関し、スピンバルブ膜中におけるスピン拡散長を増大させることによって出力を増大させる。

【解決手段】 ピンド層3／中間層4／フリー層5からなる積層構造を有するシングルスピンバルブ構造の磁気感知膜面に少なくとも垂直成分を含んだ方向に電流を流す構造の磁気センサの磁気感知膜1を構成する中間層4として、カーボンナノチューブ構造膜を用いる。

【選択図】

図1

本発明の原理的構成の断面図



1: 磁気感知膜  
2: ピンド層  
3: ピンド層  
4: 中間層  
5: フリー層  
6: カーボンナノチューブ  
7: 絶電体  
8: 下部電極  
9: 上部電極  
10: 磁気感知膜

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ピンド層／中間層／フリー層からなる積層構造を有するスピバルブ構造の磁気感知膜面に少なくとも垂直成分を含んだ方向に電流を流す構造の磁気センサにおいて、前記磁気感知膜を構成する中間層として、カーボンナノチューブ構造膜を用いることを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 2】

上記カーボンナノチューブ構造膜は、カーボンナノチューブと、前記カーボンナノチューブの相互間隙及びカーボンナノチューブの内部空間を充填する誘電体からなることを特徴とする請求項 1 記載の磁気センサ。

10

## 【請求項 3】

上記カーボンナノチューブが、金属性或いは半導体性を有することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の磁気センサを用いたことを特徴とする磁気ヘッド。

## 【請求項 5】

請求項 4 記載の磁気ヘッドを搭載していることを特徴とする磁気記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

20

## 【発明の属する技術分野】

本発明は磁気センサ、磁気ヘッド、及び、磁気記録装置に関するものであり、特に、ハードディスクドライブ（HDD）等の磁気ディスク装置の磁気ヘッドに用いる巨大磁気抵抗効果（GMR）膜の中間層の構成に特徴のある磁気センサ、磁気ヘッド、及び、磁気記録装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

現在、磁気ヘッドには GMR を利用したスピバルブ型の磁気センサが広く用いられており、このスピバルブ構造の磁気ヘッドでは、フリー強磁性層（フリー層）の磁化方向が記録媒体からの信号磁界により変化し、磁化が固着されているピンド強磁性層（ピンド層）の磁化方向との相対角が変化することにより、磁気ヘッドの抵抗が変化することを利用して信号を検出している。

30

## 【0003】

従来の磁気ヘッドでは、センス電流を磁気ヘッドの膜面に平行に流す（Current in the plane：CIP）構造が採用されており、外部磁界による抵抗変化を読み取っている。

## 【0004】

しかしながら、CIP 構造の場合、高密度化による記録ビットの小径化に対応できないことや構造的に十分な出力が得られないことなどにより、記録密度は  $60 \text{ Gbit/in}^2$ （ $\approx 9.3 \text{ Gbit/cm}^2$ ）程度が上限と考えられている。

40

## 【0005】

そこで、さらなる記録密度向上への要求に対し、ポスト CIP スピバルブヘッドとして、トンネル効果を利用した磁気ヘッド（TMRヘッド）や、電流を磁気ヘッドの膜面に垂直に流す CPP（Current perpendicular to the Plane）構造のスピバルブ CPP 磁気ヘッドが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0006】

ここで、図 7 を参照して従来のスピバルブ CPP 磁気センサの一例を説明する。

図 7（a）及び（b）参照

図 7（a）は、従来のスピバルブ CPP 磁気センサの概略的断面図であり、また、図 7

50

(b) は、図 7 (a) における破線で示す円内の概略的拡大図である。

まず、 $Al_2O_3$ -TiC 基板 51 上に、 $Al_2O_3$  膜 52 を介して、例えば、NiFe からなり、厚さが、例えば、 $0.5\mu m$  の下部磁気シールド兼下部電極 53 を形成したのち、厚さが、例えば、 $13nm$  の PdPtMn ピン層 54、厚さが、例えば、 $2.8nm$  の CoFe ピンド層 55、厚さが、例えば、 $2.5nm$  の Cu 中間層 56、厚さが、例えば、 $3.0nm$  の CoFe フリー層 57、及び、厚さが、例えば、 $4nm$  の Cu 層 58 と厚さが、例えば、 $5nm$  の Ru 層 59 からなる酸化防止膜を順次堆積させる。

【0007】

次いで、例えば、2T (テスラ) の磁場を印加した状態で、 $300^{\circ}C$  で 3 時間のアニール処理を行うことによって、PdPtMn ピン層 54 の磁化方向を固定し、次いで、このスピ  
ンバルブ膜をレジストパターン (図示を省略) をマスクとしたイオンミリングにより  
 $0.7\mu m \times 0.7\mu m$  の四角柱状にエッチングして、センサ部 60 を形成するとともに下  
部磁気シールド兼下部電極 53 を露出させる。

【0008】

次いで、スパッタ法を用いて、全面に、厚さが  $20 \sim 50nm$ 、例えば、 $30nm$  の CoCrPt 膜を堆積させたのち、CMP (化学機械研磨) 法を用いて、Ru 膜 59 が露出するまで研磨して全体を平坦化することによって、CoCrPt 磁区制御膜 61 を形成する。

【0009】

次いで、再び、スパッタ法を用いて、全面に、厚さが、例えば、 $300nm$  の  $SiO_2$   
平坦化膜 62 を堆積させたのち、Ru 層 59 に対する開口部を形成する。

【0010】

次いで、レジストパターンからなるレジストフレームを用いて選択メッキを行うことによ  
って厚さが、例えば、 $1\mu m$  の NiFe からなる上部磁気シールド兼上部電極 63 を形成  
したのちレジストフレームを除去することによってスピバルブ CPP 磁気センサの基本  
構成が得られる。

【0011】

この CPP 構造の磁気センサでは、その出力 ( $\Delta R$ ) とセンス電流路の断面積 ( $S$ ) の関  
係は次式で表される。

$$\Delta R \propto 1/S^2$$

したがって、CPP 構造の磁気センサの出力  $\Delta R$  はセンス電流路の断面積  $S$  が小さくな  
ると指数的に増大するため、出力向上の有力策の一つとしてセンス電流の絞り込みが期待  
されている。

【0012】

【特許文献 1】

特開 2002-123916 号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述の CPP 構造の磁気ヘッドにおいては、さらなる記録密度向上を図るためそ  
の出力を高めなければならないという課題がある。

【0014】

したがって、本発明は、スピバルブ膜中におけるスピ散長を増大させることによ  
って出力を増大させることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

図 1 は本発明の原理的構成図であり、この図 1 を参照して本発明における課題を解決す  
ための手段を説明する。

なお、図 1 は、本発明の磁気センサの概略的断面図であり、また、図における符号 8、9、10 は、各々下部電極、上部電極、及び、磁区制御膜である。

【0016】

## 図1 参照

上記目的を達成するため、本発明は、ピンド層3／中間層4／フリー層5からなる積層構造を有するスピナル構造の磁気感知膜面に少なくとも垂直成分を含んだ方向に電流を流す構造の磁気センサにおいて、磁気感知膜1を構成する中間層4として、カーボンナノチューブ構造膜を用いることを特徴とする。

## 【0017】

CPP構造の磁気ヘッドの出力向上には、格子振動や不純物などによる伝導電子の散乱を低減させる、つまりスピン拡散長を増大させる方法も有効であり、カーボンナノチューブ6はその様な特徴を備えているので、中間層4としてカーボンナノチューブ構造膜を用いることによって出力を向上することができる。

10

## 【0018】

カーボンナノチューブ6とは直径が数nm、長さが数 $\mu$ mの円筒状グラファイトであり、カーボンナノチューブ6の特徴の一つとして、伝導電子が格子振動や不純物などによる散乱を受けない電気伝導、つまりバリスティック伝導を示すことが知られている（必要ならば、L. Ch i c o, L. X. M e n e d i c, S. G. L o u i e a n d M. L. C o h e n, P h y s. R e v., v o l. B 5 4, p. 2 6 0 0, 1 9 9 6 参照）。

## 【0019】

この場合、カーボンナノチューブ構造膜は、カーボンナノチューブ6と、カーボンナノチューブ6の相互間隙及びカーボンナノチューブ6の内部空間を充填するセラミックス等の誘電体7からなることが望ましく、それによって、中間層4の機械的強度を高めることができる。

20

なお、ピンド層3とフリー層5とは、カーボンナノチューブ6を介して導通されることになる。

## 【0020】

この様なカーボンナノチューブ6は、炭素を主成分とするものであり、構造によって、金属性或いは半導体性を有することになる。

即ち、中間層4に用いるカーボンナノチューブ6は、電子顕微鏡像で見た場合、外径数nm程度の円筒状物質で、その成分は炭素であり、円筒面が多層構造を有している多層ナノチューブであることが知られている（必要ならば、S. I i j i m a, N a t u r e, v o l. 3 5 2, p. 5 6, 1 9 9 1 参照）。

30

なお、この文献には示されていないが単層構造の単層ナノチューブも存在している。

## 【0021】

また、もう一つの特徴として、カーボンナノチューブ6はその幾何学構造によって電気伝導が、金属性、半導体性または絶縁性を示すことも知られている（必要ならば、R. S a i t o, M. F u j i t a, G. D r e s s e l h a u s e, M. S. D r e s s e l h a u s e, A p p l. P h y s. L e t t., v o l. 6 0, p. 2 2 0 4, 1 9 9 2 参照）。

## 【0022】

また、上述の磁気センサを用いることによって出力の高い磁気ヘッドを構成することができ、また、この磁気ヘッドを搭載することによって高記録密度の磁気記録装置を構成することができる。

40

## 【0023】

## 【発明の実施の形態】

ここで、図2を参照して、本発明の第1の実施の形態のスピナル構造CPP磁気センサを説明する。

## 図2 (a) 参照

まず、 $A l_2 O_3$  - T i C 基板11上に、 $A l_2 O_3$  膜12を介して厚さが、例えば、300nmのN i F e からなる下部磁気シールド兼下部電極13を形成したのち、厚さが、例えば、13nmのP d P t M n ピン層14及び厚さが、例えば、2.8nmのC o F e ピンド層15を順次堆積させる。

50

## 【0024】

図2(b)参照

次いで、中間層16として、カーボンナノチューブ17と $Al_2O_3$ からなる誘電体18を例えば、10nmの厚さで形成した後、反応性イオンエッチング(RIE)によって中間層16の厚さが例えば、2.5nmとなるまでエッチングする。

## 【0025】

この場合のカーボンナノチューブ17の形成は、プラズマ化学気相成長法(PCVD法)を用いチャンバー内を $1 \times 10^{-7}$  Torrまで排気したのち後、メタンを15sccmと水素を10sccmの流量比にした混合ガスを15Torr導入し、 $Al_2O_3$ -TiC基板11に垂直な電界をカーボンナノチューブ17の成長中に印加することによって、印加した電界と同じ方向に直径が5~10nmのカーボンナノチューブ17を成長させる。

10

## 【0026】

また、埋込誘電体となる $Al_2O_3$ は回り込みの良いCVD法を用いて成長させるものであり、それによって、カーボンナノチューブ17同士の間の間隙を埋めるとともに、カーボンナノチューブ17の内部空間を埋め込んで形状安定性及び機械的強度を高める。

## 【0027】

図3(c)参照

次いで、再び、スパッタリング法を用いて、厚さが、例えば、3.0nmのCoFeフリー層19、及び、厚さが、例えば、4nmのCu層20と厚さが、例えば、5nmのRu層21からなる酸化防止膜を順次堆積させる。

20

## 【0028】

図3(d)参照

次いで、例えば、2T(テスラ)の磁場を印加した状態で、300℃で3時間のアニール処理を行うことによって、PdPtMnピン層14の磁化方向を固定し、次いで、このスピバルブ膜をレジストパターン(図示を省略)をマスクとしたイオンミリングにより $0.7 \mu m \times 0.7 \mu m$ の四角柱状にエッチングして、センサ部22を形成するとともに下部磁気シールド兼下部電極13を露出させる。

## 【0029】

次いで、スパッタ法を用いて、全面に、厚さが20~50nm、例えば、30nmのCoCrPt膜を堆積させたのち、CMP法を用いて、Ru膜21が露出するまで研磨して全体を平坦化することによって、CoCrPt磁区制御膜22を形成する。

30

## 【0030】

次いで、パターンニングに使用したレジストパターン(図示を省略)を利用したリフトオフ法により厚さが、例えば、300nmの $SiO_2$ 平坦化膜23を堆積させたのち、レジストパターンを除去する。

## 【0031】

次いで、レジストパターンからなるレジストフレームを用いて選択メッキを行うことによって厚さが、例えば、1 $\mu m$ のNiFeからなる上部磁気シールド兼上部電極25を形成したのち、以降は従来の誘導型のライトヘッドを上部磁気シールド兼上部電極25上に形成し、カーボンナノチューブを中間層として用いたスピバルブCPP磁気センサを利用した複合型磁気ヘッドが得られる。

40

## 【0032】

図4参照

図4は、スライダー加工後の上下の磁気シールド層の形状を示す平面図であり、下部磁気シールド兼下部電極13及び上部磁気シールド兼上部電極25の研磨端面にセンサ部22が露出する構成となる。

## 【0033】

この本発明の第1の実施の形態のスピバルブCPP磁気センサの膜面に垂直にセンス電流を流すと、中間層16を通過するセンス電流は、比抵抗が高い誘電体18を避け、比抵

50

抗が低いカーボンナノチューブ 17 に集中して流れ、中間層 16 でセンス電流の絞込みが図られることになるため、上述の  $\Delta R \propto 1/S^2$  の関係から出力  $\Delta R$  が向上することになる。

#### 【0034】

さらに、カーボンナノチューブ 17 を通過する伝導電子はバリスティック伝導により格子散乱、不純物などの散乱を受けないので、スピン拡散長の増大が図られ、このスピン拡散長の増大によっても出力  $\Delta R$  が向上することになる。

#### 【0035】

図 5 参照

図 5 は、本発明の第 1 の実施の形態のカーボンナノチューブを中間層として用いたスピ  
ンバルブ C P P 磁気センサを搭載した磁気ディスク装置の平面図であり、スピンドルモータ  
33 の回転軸に取り付けられるとともに、ディスククランプリング 32 によって固定され  
た磁気記録媒体 31、先端部にサスペンション 35 を介してスピンバルブ C P P 磁気セン  
サを備えたスライダ 36 と取り付けられたヘッドアーム 34 から基本構成が構成される  
。

#### 【0036】

次に、図 6 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態のスピンバルブ C P P 磁気センサを説  
明する。

図 6 (a) 及び (b) 参照

図 6 (a) は平面図であり、図 6 (b) は断面図であり、まず、シリコン基板 41 上に S  
i O<sub>2</sub> 膜 42 を介して、スパッタリング法を用いて下部電極 43、厚さが、例えば、5  
nm の T a d 地層 44、厚さが、例えば、2 nm の N i F e d 地層 45 を形成したのち、  
上記の第 1 の実施の形態と全く同様に、厚さが、例えば、13 nm の P d P t M n ピン層  
14 及び厚さが、例えば、2.8 nm の C o F e ピンド層 15、カーボンナノチューブ 17  
を A l<sub>2</sub> O<sub>3</sub> からなる誘電体 18 で埋め込んだ中間層 16 を形成し、次いで、R I  
E によって中間層 16 の厚さが例えば、2.5 nm となるまでエッチングする。

#### 【0037】

次いで、厚さが、例えば、3.0 nm の C o F e フリー層 19、及び、厚さが、例えば、  
4 nm の C u 層 20 と厚さが、例えば、5 nm の R u 層 21 からなる酸化防止膜を順次堆  
積させたのち、例えば、2 T (テスラ) の磁場を印加した状態で、300℃で 3 時間のア  
ニール処理を行うことによって、P d P t M n ピン層 14 の磁化方向を固定し、次いで、  
このスピンバルブ膜をイオンミリングにより直径が約 0.35 μm (面積としては約 0.  
1 μm<sup>2</sup>) の大きさにパターニングしてセンサ部 46 を形成する。

#### 【0038】

次いで、全面に、厚さが 20 ~ 50 nm、例えば、30 nm の C o C r P t 膜を堆積させ  
たのち、C M P 法を用いて、R u 膜 21 が露出するまで研磨して全体を平坦化すること  
によって、C o C r P t 磁区制御膜 22 を形成する。

#### 【0039】

次いで、パターニングに使用したレジストパターン (図示を省略) を利用したリフトオフ  
法により厚さが、例えば、300 nm の S i O<sub>2</sub> 平坦化膜 23 を堆積させたのち、レジ  
ストパターンを除去して上部電極 47 を形成することによって、スピンバルブ C P P 磁気  
センサの基本構造が完成する。

#### 【0040】

このスピンバルブ C P P 磁気センサの上部電極 47 と下部電極 43 との間に定電流源 48  
及び電圧計 49 を接続することによって、外部磁界を検知することができる。

なお、この場合には、電極形状によって、磁気ヘッドに用いることはできないが、一般の  
磁気検知用の微小センサとして用いることができる。

#### 【0041】

以上、本発明の各実施の形態を説明したが、本発明は各実施の形態に記載した構成及び条  
件に限られるものではなく、各種の変更が可能である。

例えば、上記のカーボンナノチューブの製造条件は単なる一例であり、混合ガス組成、圧力、電界、下地構成などを工夫することにより、カーボンナノチューブの直径、数、形状をコントロールすることが可能である。

なお、カーボンナノチューブは、当然、電気伝導性が金属的または半導体的になるように製造条件を選択するものである。

【0042】

また、誘電体として  $Al_2O_3$  を用いているが  $Al_2O_3$  に限られるものではなく、 $SiO_2$ 、 $MgO$ 、 $MgF_2$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $CaF_2$  などの種々の誘電体材料を使用することができ、これらは広義のセラミックスである。

なお、これらの酸化物、窒化物、フッ化物などではそれぞれの元素の欠損が一般的に存在するが、そのような誘電体であっても何等問題はない。

【0043】

また、上記の各実施の形態において、ピンド層を単層構造にしているが、その一部に反強磁性材料を積層構造として含んでも良く、或いは、誘電体をグラニューラの含んでも良いものである。

【0044】

また、フリー層は強磁性体であれば良く、出力向上を目的として、電流絞り込みのために酸化層を設けたり或いは電子反射界面を増やすために非磁性金属層などを挿入しても良いものである。

【0045】

また、上記の各実施の形態においては、スピバルブ膜を反強磁性ピン層が基板側になるタイプにしているが、基板側がフリー層となるタイプのスピバルブ膜を用いても良いものであり、さらには、デュアルスピバルブ膜を用いても良いものである。

【0046】

また、上記の第1の実施の形態においては、磁気ヘッドを複合型薄膜磁気ヘッドとしているが、スピバルブC/P磁気センサのみからなる単独の磁気リードヘッドをも対象とするものである。

【0047】

ここで、再び図1を参照して、改めて本発明の詳細な特徴を説明する。

再び、図1参照

(付記1) ピンド層3/中間層4/フリー層5からなる積層構造を有するスピバルブ構造の磁気感知膜面に少なくとも垂直成分を含んだ方向に電流を流す構造の磁気センサにおいて、前記磁気感知膜1を構成する中間層4として、カーボンナノチューブ構造膜を用いることを特徴とする磁気センサ。

(付記2) 上記カーボンナノチューブ構造膜は、カーボンナノチューブ6と、前記カーボンナノチューブ6の相互間隙及びカーボンナノチューブ6の内部空間を充填する誘電体7からなることを特徴とする付記1記載の磁気センサ。

(付記3) 上記ピンド層3と上記フリー層5とは、上記カーボンナノチューブ6を介して導通されていることを特徴とする付記1または2に記載の磁気センサ。

(付記4) 上記カーボンナノチューブ6が、金属性或いは半導体性を有することを特徴とする付記2または3に記載の磁気センサ。

(付記5) 上記カーボンナノチューブ構造膜を構成する誘電体7が、セラミックスであることを特徴とする付記2乃至4のいずれか1に記載の磁気センサ。

(付記6) 付記1乃至5のいずれか1に記載の磁気センサを用いたことを特徴とする磁気ヘッド。

(付記7) 付記6記載の磁気ヘッドを搭載していることを特徴とする磁気記録装置。

【0048】

【発明の効果】

本発明によれば、スピバルブ膜を構成する中間層をカーボンナノチューブによって構成しているので、電流路のさらなる小径化と、格子散乱、不純物などによる散乱がないバリ

スティック伝導を実現することができ、それによって、高感度・高出力を得ることができるので高記録密度の磁気ヘッド及び磁気記録装置の実現に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態のスピンバルブ C P P 磁気センサの途中までの製造工程の説明図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態のスピンバルブ C P P 磁気センサの図 2 以降の製造工程の説明図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態のスピンバルブ C P P 磁気センサの平面図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態のスピンバルブ C P P 磁気センサを用いた磁気ヘッド 10 を搭載した磁気ディスク装置の平面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態のスピンバルブ C P P 磁気センサの構造説明図である。

【図 7】従来のスピンバルブ C P P 磁気センサの構造説明図である。

【符号の説明】

1	磁気感知膜	
2	ピン層	
3	ピンド層	
4	中間層	
5	フリー層	20
6	カーボンナノチューブ	
7	誘電体	
8	下部電極	
9	上部電極	
10	磁区制御膜	
11	$Al_2O_3$ - TiC 基板	
12	$Al_2O_3$ 膜	
13	下部磁気シールド兼下部電極	
14	PdPtMn ピン層	
15	CoFe ピンド層	30
16	中間層	
17	カーボンナノチューブ	
18	誘電体	
19	CoFe フリー層	
20	Cu 層	
21	Ru 層	
22	センサ部	
23	CoCrPt 磁区制御膜	
24	$SiO_2$ 平坦化膜	
25	上部磁気シールド兼上部電極	40
31	磁気記録媒体	
32	ディスククランプリング	
33	スピンドルモータ	
34	ヘッドアーム	
35	サスペンション	
36	スライダー	
41	シリコン基板	
42	$SiO_2$ 膜	
43	下部電極	
44	Ta 下地層	50

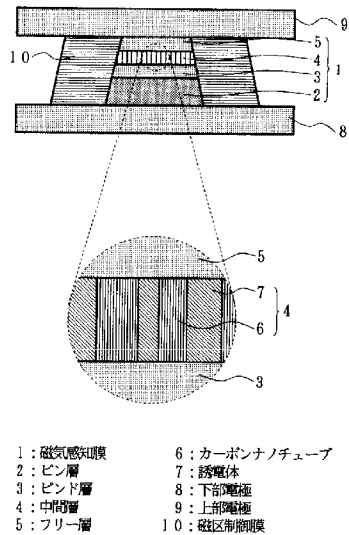


- 4 5 N i F e 下地層
- 4 6 センサ部
- 4 7 上部電極
- 4 8 定電流源
- 4 9 電圧計
- 5 1  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - T i C 基板
- 5 2  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜
- 5 3 下部磁気シールド兼下部電極
- 5 4 P d P t M n ピン層
- 5 5 C o F e ピンド層
- 5 6 C u 中間層
- 5 7 C o F e フリー層
- 5 8 C u 層
- 5 9 R u 層
- 6 0 センサ部
- 6 1 C o C r P t 磁区制御膜
- 6 2  $\text{SiO}_2$  平坦化膜
- 6 3 上部磁気シールド兼上部電極

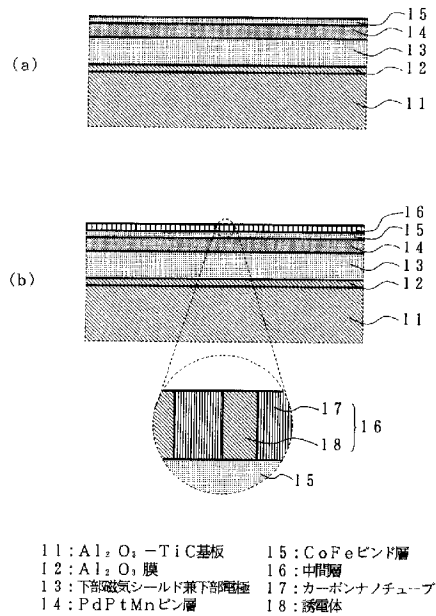
10

【図 1】

本発明の原理的構成の説明図

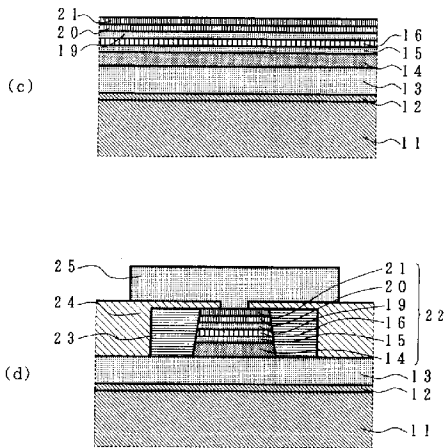


【図 2】

本発明の第1の実施の形態のスピンバルブCPP  
磁気センサの途中までの製造工程の説明図

【図 3】

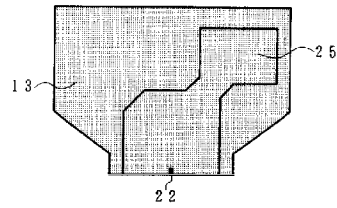
本発明の第1の実施の形態のスピンバルブCPP  
磁気センサの図2以降の製造工程の説明図



11: $\text{Al}_2\text{O}_3$ -TiC基板	20: Cu層
12: $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜	21: Ru層
13: 下部磁気シールド兼下部電極	22: センサ部
14: PdPtMnピン層	23: CoCrPt磁区制御膜
15: CoFeピンド層	24: $\text{SiO}_2$ 平坦化膜
16: 中間層	25: 上部磁気シールド兼上部電極
19: CoFeフリー層	

【図 4】

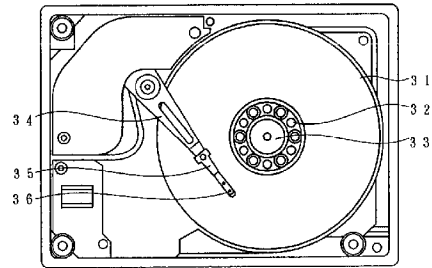
本発明の第1の実施の形態のスピンバルブCPP磁気センサの平面図



13: 下部磁気シールド兼下部電極    25: 上部磁気シールド兼上部電極  
22: センサ部

【図 5】

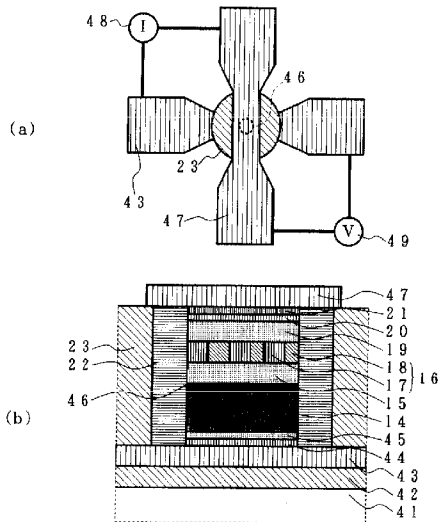
本発明の第1の実施の形態のスピンバルブCPP磁気センサを  
用いた磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置の平面図



31: 磁気記録媒体    34: ヘッドアーム  
32: ディスクランプリング    35: サスペンション  
33: スピンドルモータ    36: スライダ

【図 6】

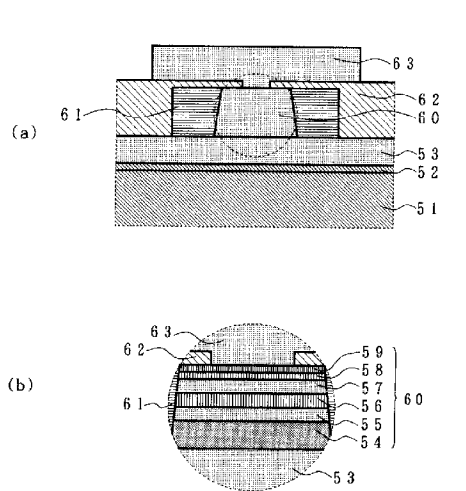
本発明の第2の実施の形態のスピンバルブCPP磁気センサの構造説明図



14: PdPtMnピン層	41: シリコン基板
15: CoFeピンド層	42: $\text{SiO}_2$ 膜
16: 中間層	43: 下部電極
17: カーボンナノチューブ	44: Ta下地層
18: 誘電体	45: NiFe下地層
19: CoFeフリー層	46: センサ部
20: Cu層	47: 上部電極
21: Ru層	48: 定電流源
22: CoCrPt磁区制御膜	49: 電圧計
23: $\text{SiO}_2$ 平坦化膜	

【図 7】

従来のスピンバルブCPP磁気センサの構造説明図



51: $\text{Al}_2\text{O}_3$ -TiC基板	58: Cu層
52: $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜	59: Ru層
53: 下部磁気シールド兼下部電極	60: センサ部
54: PdPtMnピン層	61: CoCrPt磁区制御膜
55: CoFeピンド層	62: $\text{SiO}_2$ 平坦化膜
56: Cu中間層	63: 上部磁気シールド兼上部電極
57: CoFeフリー層	

---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5D034 BA03 BA21  
5E049 BA12 BA16 DB12

PAT-NO: JP02004221442A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004221442 A

TITLE: MAGNETIC SENSOR, MAGNETIC HEAD, AND MAGNETIC  
RECORDING APPARATUS

PUBN-DATE: August 5, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUGAWARA, TAKAHIKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP2003009119

APPL-DATE: January 17, 2003

INT-CL (IPC): H01L043/08, G11B005/39 , H01F010/32 , H01L043/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the output by increasing the spin spread length in a spin bulb membrane with respect to the magnetic sensor, the magnetic head, and the magnetic recording apparatus.

SOLUTION: A carbon nano-tube structure membrane is employed for an intermediate layer 4 for configuring a magnetic sensing membrane 1 of the magnetic sensor of a structure for supplying a current to the magnetic sensing membrane of a single spin bulb structure having a stacked structure comprising a pinned layer 3, the intermediate layer 4, and a free layer 5 at least in the direction including a perpendicular component.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI

